

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



Concise Explanation of Relevance of Non-English Language Document

Abstract for DE 198 19 150 A1

Title: Configuration for Optically Isolating a Plurality of Optical Waveguides

A plurality of optical waveguides are configured as integrated useful light guiding regions (12,14) in a film waveguide (1). At least one wave absorbing layer (23) is placed between the regions (12,14) on at least one horizontal limiting surface (3) of the film waveguide (1) in order to optically isolate the regions (12, 14) from one another.

(3)



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) Offenlegungsschrift
(10) DE 198 19 150 A 1

(51) Int. Cl. 6:
G 02 B 6/122
G 02 B 6/12

(71) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
Petermann, Klaus, Prof. Dr., 13503 Berlin, DE;
Moosburger, Rudolf, Dipl.-Ing., 12159 Berlin, DE

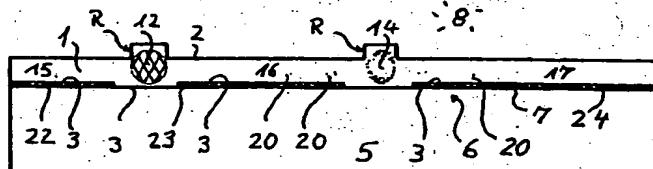
(56) Entgegenhaltungen:
DE 42 34 486 C1
DE 23 51 216 B2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Anordnung zur optischen Isolation mehrerer Lichtwellenleiter

(57) In einem Filmwellenleiter (1) sind mehrere Lichtwellenleiter als integrale nutzlichtführende Bereiche (12, 14) ausgebildet. Um die Bereiche (12, 14) gegeneinander optisch zu isolieren, ist zumindest eine wellenabsorbierende Schicht (23) zwischen den Bereichen (12, 14) auf zumindest einer horizontalen Grenzfläche (3) des Filmwellenleiters (1) aufgebracht.



DE 198 19 150 A 1

Beschreibung

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet integrierter optischer Bauteile, zu deren integralen Bestandteilen mehrere Lichtwellenleiter gehören. Die Lichtwellenleiter können ihrerseits Bestandteil elektrooptischer oder optischer Komponenten, beispielsweise Schalteinrichtungen, sein.

Bei auf der Basis von Streifen- oder Filmwellenleitern gebildeten integrierten optischen Bauteilen kann es durch vagabundierendes Streulicht zu unerwünschten Nebensprecheffekten benachbarter Lichtwellenleiter und damit zu einer Beeinträchtigung der Übertragungsqualität oder der Funktionalität der die jeweiligen Lichtwellenleiter umfassenden Komponenten kommen. Diese Problematik tritt beispielsweise bei integrierten Schalter-Matrixanordnungen auf.

Die zwischen den Lichtwellenleitern bestehenden Verbindungen aus Filmwellenleitermaterial sind zunächst im Hinblick auf eine einfache Herstellung in Kauf zu nehmen. Um die vorgeschilderten Streulichteffekte zu unterdrücken, könnte erwogen werden, die zwischen nutzlichtführenden Bereichen (Lichtwellenleiter) bestehenden Zwischenbereiche des Filmwellenleiters z. B. mechanisch oder chemisch zu durchtrennen. Die laterale Verbindung der Lichtwellenleiter durch die Zwischenbereiche des Filmwellenleitermaterials ist jedoch für eine einmodige Wellenleitung nötig. Bei einer Unterbrechung würden an den Unterbrechungsgrenzflächen Reflexionen auftreten, die zu einer Modenbeeinflussung führen und die innerhalb der Lichtwellenleiter geführte Strahlung in unerwünschter Weise mehrmodig machen würden. Mehrmodige Strukturen sind aber z. B. bei auf Einmoden-Verhältnisse angewiesenen optischen Komponenten nicht tolerierbar.

Aus der US-PS 3,947,840 ist ein integriertes Leuchtdioden-Anzeigefeld bekannt, bei dem zwischen den eigentlichen Leuchtdioden bestehende Zwischenbereiche mittels Dotierung in ihrer Eigenschaft zur Lichtführung beeinträchtigt worden sind. Die dazu von der US-PS 3,947,840 gelehrt Maßnahmen sind jedoch im wesentlichen nur bei transparenten und vertikal durchstrahlten Halbleitersubstraten anwendbar.

Aus der US-PS 4,929,515 ist eine Anordnung zur optischen Isolation mehrerer optischer oder elektrooptischer Komponenten bekannt, die in einem gemeinsamen Substrat als integrierte Optik ausgebildet sind. Um bei dieser bekannten Anordnung ein Übersprechen zu verhindern, sind diesbezüglich kritische Substratbereiche von dem übrigen Substratmaterial dadurch weitestgehend getrennt, daß von der horizontalen Oberseite des Substrats aus Slitze erzeugt sind, die schräg aufeinander zulaufen und sich innerhalb des Substratmaterials kreuzen. Diese Slitze können zusätzlich mit einem lichtabweisenden oder lichtabsorbierenden Material gefüllt sein. Diese Art der Isolation ist jedoch bei hochintegrierten komplexen Strukturen fertigungstechnisch außerordentlich aufwendig und auf Filmwellenleiter nur beschränkt anwendbar.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung einer einfachen Anordnung zur optischen Isolation mehrerer Lichtwellenleiter, die als integrale nutzlichtführende Bereiche in einem Filmwellenleiter mit horizontalen Grenzflächen ausgebildet sind, wobei unerwünschtes Streulicht zwischen den Lichtwellenleitern stark und von ihrer Polarisation möglichst unabhängig gedämpft wird.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß gelöst durch eine Anordnung zur optischen Isolation mehrerer Lichtwellenleiter, die als integrale nutzlichtführende Bereiche in einem Filmwellenleiter mit horizontalen Grenzflächen ausgebildet sind, wobei zumindest eine wellenabsorbierende Schicht zwischen den nutzlichtführenden Bereichen auf zumindest

einer der horizontalen Grenzflächen des Filmwellenleiters aufgebracht ist.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist darauf hinzuweisen, daß der nutzlichtführende Bereich des Filmwellenleiters durch verschiedene Maßnahmen definiert werden kann. Dabei wird die vertikale Wellenführung durch die Filmwellenleiterstruktur bzw. die Grenzschichten der Wellenleiterstruktur realisiert. Zur lateralen Führung in den nutzlichtführenden Bereichen kann beispielsweise der nutzlichtführende Bereich als erhabene Rippe des Filmwellenleitermaterials ausgebildet sein. Es ist aber auch möglich, die nutzlichtführenden Bereiche dadurch zu kreieren, daß in das Filmwellenleitermaterial in diesen Bereichen Stoffe höherer Brechzahl eindiffundiert werden. Die nutzlichtführenden Bereiche könnten auch als sog. streifenbelasteter Wellenleiter ausgebildet werden, indem auf die zur Nutzführung vorgesehenen Bereiche des Filmwellenleiters ein Streifen aus einem Material mit höherem Brechungsindex als der Brechungsindex des Filmwellenleitermaterials aufgebracht wird.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß die bestehende laterale Verbindung der nutzlichtführenden Bereiche (Lichtwellenleiter) sich nicht mehr negativ auf das Übertragungsverhalten und/oder das Funktionsverhalten der Lichtwellenleiter bzw. der optischen (die Lichtwellenleiter umfassende) Komponenten auswirkt. Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung ist dabei darin zu sehen, daß entstehendes Streulicht unmittelbar am Entstehungsort – d. h. lateral neben den Lichtwellenleitern – durch Absorption eliminiert wird. Dadurch kann zwar das Streulicht ohne Rückreflexion – und damit ohne unerwünschte Modenbeeinflussung – in die durch die absorbierende Schicht verlustbehafteten Zwischenbereiche einkoppeln. Das Streulicht wird aber anschließend an der oder den mit der wellenabsorbierenden Schicht versehenen Grenzflächen absorbiert, bevor es benachbarte nutzlichtführende Bereiche erreichen kann. Dabei ist eine erhebliche Dämpfung auf einem äußerst geringen Wegstück möglich, was eine hohe Integrationsdichte der Lichtwellenleiter-Anordnung ermöglicht.

Je nach Ausbildung und Anwendungsfall kann ein unterschiedliches reflexionverhalfen von transversal elektrisch polarisiertem Licht (TE-Licht) und transversal magnetisch polarisiertem Licht (TM-Licht) auftreten, wenn das Licht – wie ggf. bei der integrierten Optik – unter flachen Winkel einfällt. In diesem Fall wird nämlich das TE-Licht an Grenzflächen noch vergleichsweise gut reflektiert. Eine an die Grenzfläche anschließende wellenabsorbierende Schicht kann daher auf TE-Streulicht nur wenig einwirken, was im Ergebnis zu einer schlechteren Dämpfung von TE-Streulicht gegenüber TM-Streulicht führt.

Diesbezügliche Untersuchungen haben gezeigt, daß es besonders vorteilhaft ist, die Dicke der wellenabsorbierenden Schicht so zu optimieren, daß sie möglichst gut von dem Feld des Streulichtes durchdrungen wird. Demgemäß sieht eine vorteilhafte Weiterbildung der erfundungsgemäßen Anordnung vor, daß die Dicke der wellenabsorbierenden Schicht kleiner als die Eindringtiefe des Lichtes in die Schicht bemessen ist. Die in der technischen Optik gebräuchliche Angabe der Eindringtiefe stellt im wesentlichen auf den Intensitätsverlauf des einfallenen Lichtes ab. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist somit unter Eindringtiefe annähernd die Tiefe zu verstehen, nach der das Licht von einer ursprünglichen Intensität e^{-1} auf den Wert $1/e$ abgeklungen ist. Diese Bemessung der Schichtdicke hat sich in praktischen Versuchen als besonders vorteilhaft dargestellt, weil dabei die Grenzschicht auch von dem Feld elektrisch polarisierten Streulichtes durchdrungen wird. Damit treten höhere Feldamplituden innerhalb der anschließenden we-

lenabsorbierende Schicht auf, auf die die absorbierende Schicht unter entsprechend stärkerer Dämpfung des TE-Streulichtes einwirken kann.

In Hinblick auf eine polarisationsunabhängig gleichmäßige Dämpfung v. n Streulicht sieht eine besonders bevorzugte Fortbildung der Erfindung vor, daß die Dicke der wellenabsorbierenden Schicht so bemessen ist, daß die Dämpfung für transversal elektrisch und für transversal magnetisch polarisiertes Licht gleich groß ist. Die dazu erforderliche Schichtdicke lässt sich im Rahmen üblicher Routine-Versuche für nahezu jede Werkstoffpaarung von Filmwellenleitermaterial und wellenabsorbierendem Schichtmaterial bestimmen.

Die wellenabsorbierende Schicht kann grundsätzlich z. B. von einem Dielektrikum, einer Keramik oder beispielsweise einem Polymer (z. B. graphitversetztes Harz) bestehen. Fertigungstechnisch besonders bevorzugt ist die Verwendung einer Metallschicht als wellenabsorbierende Schicht, weil Metallschichten relativ dünn und fertigungstechnisch gut beherrschbar aufgebracht werden können. Insbesondere für Substrate mit kleinen Brechzahlen (z. B. Polymer oder Glas mit Brechzahlen von ungefähr 1,5) hat sich die Verwendung von Titan oder Chrom als wellenabsorbierende Schicht als besonders vorteilhaft erwiesen.

Bei Verwendung von Metallschichten erweisen sich Schichtdicken von 5 bis 50 nm, besonders von 10 bis 20 nm, als vorteilhaft.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung weiter erläutert; es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Anordnung im Querschnitt, 30 und

Fig. 2 die auf Streulicht ausgeübte Dämpfung als Funktion der Dicke einer Metallschicht.

Gemäß Fig. 1 umfasst die Anordnung einen Filmwellenleiter 1, der beispielsweise aus einem Polymer, vorzugsweise Benzocyclobutene (BCB), besteht. Der Filmwellenleiter kann zur vertikalen Wellenführung an seiner oberen Grenzfläche 2 und/oder an seiner unteren Grenzfläche 3 mit einer geeigneten Mantelschicht (Cladding), z. B. SiO₂, beschichtet sein. Die Anwendung derartiger Beschichtungen richtet sich in für den Fachmann geläufiger Weise nach den Brechzahlen von Filmwellenleitermaterial und daran anschließendem Material. Im vorliegenden Fall ist der Filmwellenleiter auf einem Siliziumsubstrat 5 aufgebracht, dessen obere Schicht 6 durch Oxidation mit der vorgenannten Siliziumoxid-Schicht 7 (unterer Cladding-Layer) versehen ist. Grundsätzlich könnte auch das Siliziumsubstrat insgesamt als geeignetes Glas (SiO₂) oder Polymer ausgebildet sein. Die obere horizontale Grenzfläche 2 des Filmwellenleiters könnte in bekannter Weise zur Vermeidung zu hoher Brechzahlsprünge von dem Filmwellenleitermaterial z. B. zur Umgebungsluft 8 mit einer weiteren Deckschicht versehen sein.

Der Filmwellenleiter 1 weist eine Vielzahl von nutzlichtführenden Bereichen auf, die als Lichtwellenleiter dienen. In Fig. 1 sind lediglich zwei derartige nutzlichtführende Bereiche 12, 14 dargestellt. Die vertikale Wellenführung in den nutzlichtführenden Bereichen erfolgt durch die Filmwellenleiterstruktur, d. h. die Filmwellenleiterschicht 1 und den darüber bzw. darunter liegenden Deckschichten mit geringeren Brechzahl. Die laterale Führung des Nutzlichtes in den Bereichen 12, 14 erfolgt im Ausführungsbeispiel durch Ausformung einer Rippe R aus dem Filmwellenleitermaterial. Die Rippe R kann beispielsweise eine Höhe von 10 µm haben, während das übrige Filmwellenleitermaterial eine Schichtdicke von Rum aufweist. Die Wellenführung kann aber auch in bekannter Weise durch einen entsprechend lokal erhöhten Brechungsindex des Filmwellenleitermaterials

in den nutzlichtführenden Bereichen gebildet sein.

In den zwischen den nutzlichtführenden Bereichen 12, 14 und weiteren nicht dargestellten Lichtwellenleitern bestehenden Zwischen- oder Verbindungsreichn 15, 16, 17 aus Filmwellenleitermaterial könnte sich wie angedeutet Streulicht 20 lateral ausbreiten und zu Störungen benachbarter nutzlichtführender Bereiche führen. Dies Störungsgefahr ist nur zur Verdeutlichung in Fig. 1 durch Schraffur des nutzlichtführenden Bereich 12 angedeutet. Um die Störungsgefahr zu beseitigen sind die Bereiche 12, 14 optisch zu isolieren. Dazu ist zumindest jeweils eine wellenabsorbierende Schicht 22, 23, 24 zwischen den nutzlichtführenden Bereichen (z. B. 12, 14) auf einer – nämlich im Ausführungsbeispiel der unteren – horizontalen Grenzfläche 3 des Filmwellenleiters 1 aufgebracht. Da unmittelbar neben den Lichtwellenleitern 12, 14 jeweils die absorbierende Schicht 22, 23, 24 unmittelbar auf das Filmwellenleitermaterial aufgebracht ist, kann das an den Wellenleitern 12, 14 generierte Streulicht 20 zwar in die Zwischenbereiche 15, 16, 17 einkoppeln, wird jedoch sodann an der Grenzfläche 3 von der jeweiligen Schicht 22, 23, 24 absorbiert, bevor es benachbarte Lichtwellenleiter erreichen kann.

Die absorbierende Schicht kann in gleicher Weise zusätzlich oder alternativ auf der oberen horizontalen Grenzfläche 2 aufgebracht sein, wobei im Hinblick auf mögliche zu hohe Brechzahlsprünge ggf. eine zusätzliche Deckschicht auf die Grenzfläche 2 bzw. die absorbierende Schicht aufzubringen wäre. Insoweit ist die in der Fig. 1 gezeigte Anordnung besonders vorteilhaft. Grundsätzlich können wellenabsorbierende Schichten aber sowohl auf der unteren 3 als auch auf der oberen horizontalen Grenzfläche 2 aufgebracht werden.

Die Dicke der wellenabsorbierenden Schichten 22, 23, 24 ist kleiner als die Eindringtiefe des Lichtes in die Schicht bemessen. Die wellenabsorbierende Schicht besteht im Ausführungsbeispiel aus Titan und weist eine Dicke von 5 bis 100 nm, bevorzugt 10 bis 20 nm auf.

Besonders bevorzugt wird die Schicht (z. B. 15) so ausgebildet, daß beide im Streulicht 20 anzutreffenden Polarisationen (TE-Licht und TM-Licht) ein möglichst geringes Reflexionsverhalten am Übergang in die Schicht 15 zeigen und möglichst gleichmäßig gedämpft werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß TE-Licht an nahezu allen Grenzflächen noch gut reflektiert wird, wenn es unter flachen Winkel einfällt. Dies würde bei einer großen Schichtdicke grundsätzlich zu einer schlechteren Dämpfung von TE-polarisiertem Streulicht führen. Die absorbierende Schicht sollte deshalb möglichst dünn ausgeformt werden, wobei jedoch mit abnehmender Schichtdicke die Dämpfungswirkung auf TM-polarisiertes Licht abnimmt.

Diese Zusammenhänge sind in Fig. 2 für das Ausführungsbeispiel als Funktion der Dämpfung α über der Titan-Schichtdicke SD auf einem Filmwellenleiter aus BCB mit 5 µm Schichtdicke und beiderseitiger Beschichtung mit Siliziumdioxid (SiO₂) bei einer Lichtwellenlänge von 1,55 µm dargestellt. Die dargestellten Verhältnisse sind von den gewählten Materialpaarungen abhängig; die Lichtwellenlänge hat nur geringen Einfluß. Je nach Materialpaarung kann durch Messung der Dämpfungsanteile die jeweils optimale Schichtdicke OSD bestimmt werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist gemäß Fig. 2 zu erkennen, daß die Dämpfung für TM-polarisiertes Licht mit zunehmender Schichtdicke stark ansteigt, während ein Maximum der Dämpfung für TE-polarisiertes Streulicht bei einer gegen null tendierenden Schichtdicke erkennbar ist. Aus den jeweils dargestellten Zusammenhängen ergibt sich eine anstrebende optimale Schichtdicke OSD, die durch ein annähernd gleiches Dämpfungsverhalten für TE- und TM-polarisiertes Streulicht charakterisiert ist. Diese Schichtdicke

OSD liegt im Bereich zwischen 10 und 20 nm, im konkreten Ausführungsbeispiel bei ca. 13 nm. Bei einer derartig bemessenen wellenabsorbierende Schicht wird die Grenzschicht 3 (Fig. 1) von dem Feld des Streulichtes noch so weit ausreichend durchdrungen, daß aufgrund der Feldamplituden innerhalb der absorbierenden Schicht 23 auch das TE-Streulicht ausreichend stark und annähernd gleich wie das TM-Streulicht gedämpft wird.

Patentansprüche

10

1. Anordnung zur optischen Isolation mehrerer Lichtwellenleiter, die als integrale nutzlichtführende Bereiche (12, 14) in einem Filmwellenleiter (1) mit horizontalen Grenzflächen (2, 3) ausgebildet sind, wobei zumindest eine wellenabsorbierende Schicht (23) zwischen den nutzlichtführenden Bereichen (12, 14) auf zumindest einer der horizontalen Grenzflächen (3) des Filmwellenleiters (1) aufgebracht ist. 15
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke (SD) der wellenabsorbierenden Schicht (23) kleiner als die Eindringtiefe des Lichtes in die Schicht (23) bemessen ist. 20
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke (SD) der wellenabsorbierenden Schicht (23) so bemessen ist, daß die Dämpfung für transversal elektrisch und für transversal magnetisch polarisiertes Licht gleich groß ist. 25
4. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wellenabsorbierende Schicht (23) eine Metallschicht ist. 30
5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die wellenabsorbierende Schicht (23) aus Titan oder aus Chrom besteht. 35
6. Anordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die wellenabsorbierende Schicht (23) eine Dicke von 5 bis 50 nm, bevorzugt von 10 bis 20 nm, aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

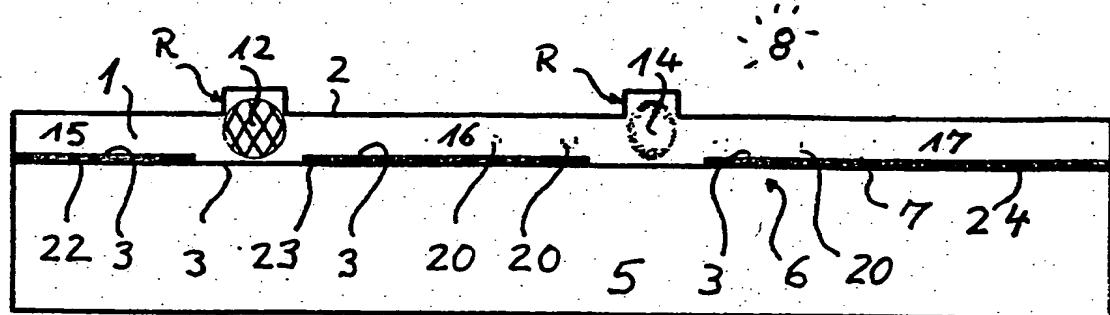
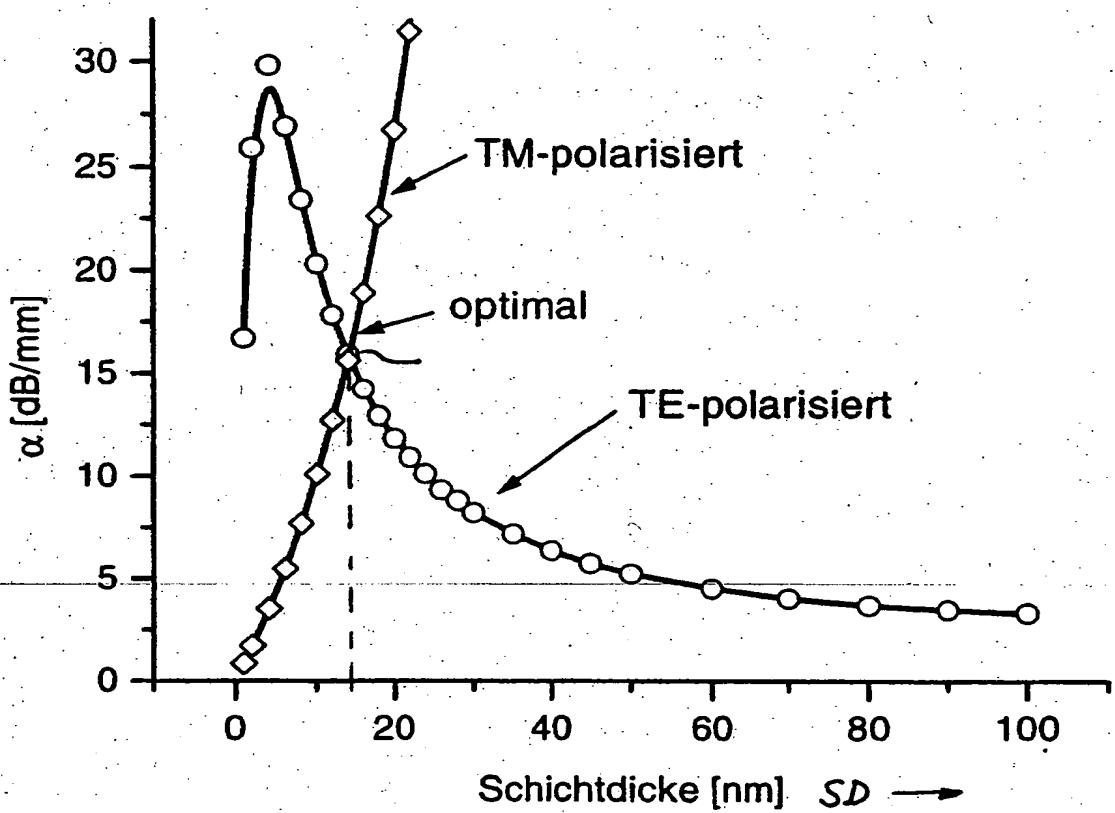


FIG 1



Dämpfung als Funktion der Ti-Schichtdicke

FIG 2